



Ministero delle Attività Produttive
Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi
Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**

N. **TO2002 A 000836**



*Si dichiara che l'unica copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

Roma,

6 NOV. 2003

IL DIRIGENTE

Paola Giuliano

Dr.ssa Paola Giuliano

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

MODULO A

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

marca
da
bollo

A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione STMICROELECTRONICS S.R.L. N.O. SR
 Residenza AGRATE BRIANZA (MI) codice 00951900968
 2) Denominazione _____
 Residenza _____ codice _____

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome BERGADANO MIRKO e altri cod. fiscale _____
 denominazione studio di appartenenza STUDIO TORTA S.r.l.
 via Viotti n. 0009 città TORINO cap 10121 (prov) TO

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via _____ n. _____ città _____ cap _____ (prov) _____

D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/scf) _____

gruppo/sottogruppo _____

METODO E DISPOSITIVO A BASSO CONSUMO PER LA GENERAZIONE PARALLELA DI CODICI DI
CANALIZZAZIONE PER TRASMISSIONI CDMA, IN PARTICOLARE CODICI WH E OVSP

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☐

SE ISTANZA: DATA _____

N° PROTOCOLLO _____

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) PAPPALARDO Francesco 3) AVELLONE Giuseppe
 2) LO IACONO Daniele 4) GALLUZZO Agostino

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato
S/R

SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

1) _____
 2) _____

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICROORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

Per la migliore comprensione dell'invenzione è stato necessario depositare disegni con diciture come
 convenuto dalla Convenzione Europea sulle formalità alle quali l'Italia ha aderito.

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 2 PROV n. pag. 28 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)
 Doc. 2) 2 PROV n. tav. 04 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)
 Doc. 3) 1 RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale
 Doc. 4) 1 RIS designazione inventore
 Doc. 5) 1 RIS documenti di priorità con traduzione in italiano
 Doc. 6) 1 RIS autorizzazione o atto di cessione
 Doc. 7) 1 nominativo completo del richiedente

SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

confronta singole priorità

8) attestati di versamento, totale Euro Duecentonovantuno/80

obbligatorio

COMPILATO IL 24 09 2002 FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)CONTINUA SINO NO

BERGADANO MIRKO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SINO SICAMERA DI COMMERCIO IND. ART. AGR. DI TORINOcodice 01

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA

2002A000836L'anno duemiladueil giorno ventiquattrodel mese di SettembreIl (I) richiedente (I) sopraindicato (I) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda/commesse di n. 09 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto soprariportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

IL DEPOSITANTE

STUDIO TORTA S.r.l.

L'UFFICIALE ROGANTE

Mirella CAVALLARI

CATEGORIA C

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

NUMERO DOMANDA

2002 A 000836

NUMERO BREVETTO

DATA DI DEPOSITO 24/10/2002

DATA DI RILASCIO

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione

STMICROELECTRONICS S.R.L.

Residenza

AGRATE BRIANZA (MI)

D. TITOLO

METODO E DISPOSITIVO A BASSO CONSUMO PER LA GENERAZIONE PARALLELA DI CODICI DI
CANALIZZAZIONE PER TRASMISSIONI CDMA, IN PARTICOLARE CODICI WH E OVSF

Classe proposta (sez./cl./sc./l)

(gruppo/sottogruppo)

L. RIASSUNTO

Viene descritto un metodo per la generazione parallela di codici di canalizzazione WH (Walsh Hadamard) e OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor), i quali sono codici di canalizzazione formati da una pluralità di stringhe di cifre antipodali aventi, ciascuna, una data lunghezza (L) ed identificabili mediante rispettivi indici (I) formati da stringhe di cifre binarie aventi, ciascuna, una data lunghezza (n) pari al logaritmo in base due della lunghezza (L) dei codici di canalizzazione stessi, le cifre antipodali dei codici di canalizzazione assumendo i valori +1 e -1 e le cifre binarie di detti indici (I) assumendo i valori 0 e 1. Il metodo secondo l'invenzione consente di determinare le cifre antipodali dei codici di canalizzazione in funzione delle cifre binarie dei relativi indici (I) implementando specifiche operazioni logiche EXOR mediante le quali vengono dapprima generate delle cifre binarie intermedie, le quali vengono poi codificate nelle cifre antipodali dei codici di canalizzazione utilizzando un criterio di codifica secondo il quale le cifre binarie intermedie 0 e 1 possono codificate rispettivamente con le cifre antipodali -1 e +1 oppure con le cifre antipodali +1 e -1 a seconda del tipo di codifica binaria scelta a priori per le cifre antipodali stesse.

M. DISEGNO

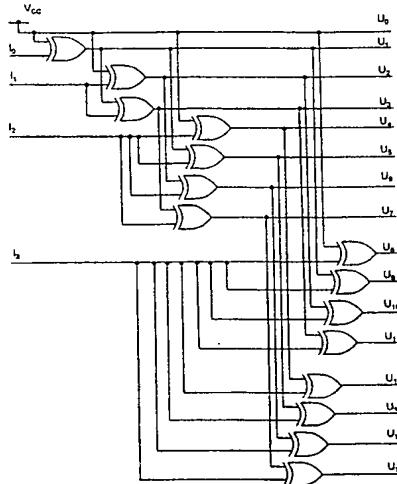


Fig. 3



24 SET. 2002

2002 A000833

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale

di STMICROELECTRONICS S.R.L.

di nazionalità italiana,

5 con sede a 20041 AGRATE BRIANZA (MILANO), VIA C. OLIVETTI, 2

Inventori: PAPPALARDO Francesco, LO IACONO Daniele,

AVELLONE Giuseppe, GALLUZZO Agostino

*** ***** ***

La presente invenzione è relativa ad un metodo e ad
10 un dispositivo a basso consumo per la generazione
parallela di codici di canalizzazione per trasmissioni
CDMA, in particolare codici WH (Walsh Hadamard) e OVSF
(Orthogonal Variable Spreading Factor).

Come è noto, i sistemi di telecomunicazione
15 satellitari e di telefonia cellulare mobile utilizzano
largamente una tecnica di trasmissione nota con la sigla
CDMA (Code Division Multiple Access), la quale prevede
l'utilizzo di codici di canalizzazione che consentono la
condivisione dello stesso canale di comunicazione da
20 parte di più utilizzatori. Sia il trasmettitore che il
ricevitore (Terminal Equipment) devono quindi essere in
grado di generare questi codici di canalizzazione
rispettivamente per modulare le informazioni da
trasmettere e demodulare le informazioni trasmesse.

25 Nella figura 1 è mostrato a titolo di esempio uno

BERGADANO MIRKO
(Iscribo al Albo n. 8438)

schema a blocchi che illustra le operazioni effettuate dal lato del trasmettitore per realizzare la condivisione dello stesso canale di comunicazione da parte di quattro utilizzatori utilizzando quattro codici di canalizzazione formati, ciascuno, da quattro bit, e le operazioni effettuate dal lato del ricevitore per recuperare le informazioni trasmesse ad uno specifico utilizzatore.

Con lo schema di accesso multiplo CDMA del tipo mostrato nella figura 1, ciascun utilizzatore è in grado di distribuire o allargare il suo segnale su tutto il canale di trasmissione, il che porta alla formazione di quattro segnali a spettro allargato, che risultano comunque ortogonali fra loro quando sovrapposti per formare un segnale CDMA. Al ricevitore, il segnale composito rigenerato viene ricevuto ed il segnale corrispondente a ciascun utilizzatore può essere separato dagli altri sfruttando appunto l'ortogonalità delle relative codifiche.

Tenuto conto delle velocità di trasmissione correntemente utilizzate, oltretutto destinate a crescere sempre più nel tempo, è importante essere in grado di generare i codici in questione in modo semplice e rapido, evitando di dare origine a assorbimenti di energia troppo elevati, soprattutto tenendo conto

BERGIANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

dell'esigenza di operare nell'ambito di terminali mobili.

Due dei codici di canalizzazione più largamente utilizzati nella trasmissione CDMA sono i codici comunemente noti con le sigle WH (Walsh Hadamard) e OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor), i quali, fra l'altro, sono stati scelti in vista della possibile utilizzazione nell'ambito dello standard di telefonia mobile UMTS.

10 Per una trattazione più dettagliata dei codici WH si vedano ad esempio "Digital Communications" di J. Proakis, editore McGraw-Hill, pp.422 e successive, e "Introduction to Spread Spectrum Communication" di Roger L. Peterson, editore Prentice Hall, pp.542 e successive, 15 mentre per una trattazione più dettagliata dei codici OVSF si può far riferimento allo standard 3G TS 25.213 V3.2.0 UMTS standard document, Release 2000-03.

I codici WH e OVSF sono fra loro ortogonali, cioè per loro vale la proprietà che per ogni coppia di codici 20 la correlazione incrociata ("cross correlation") è nulla, ed ambedue sono funzioni vettoriali di due variabili che sono la lunghezza L e l'indice I del codice, in cui la lunghezza L è in generale una potenza di 2 (ovverosia 2^N con N intero), e l'indice I è un 25 numero variabile da 0 a L-1 ed è rappresentabile

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

mediante N cifre binarie.

L'insieme di tutti i codici può essere rappresentato tramite delle matrici quadrate aventi un numero di righe e di colonne pari alla lunghezza L dei
5 codici, ed in cui a ciascuna riga è costituita da un
rispettivo codice al quale è associato un rispettivo
valore dell'indice I del codice stesso, che costituisce
di fatto l'indirizzo della corrispondente riga della
matrice. Inoltre, ogni elemento della matrice è
10 costituito da una cifra antipodale pari a "+1" o a "-1".

Qui di seguito sono a titolo di esempio riportate
le matrici dei codici WH per L uguale a 2, 4 e 8:

$$L=2 \quad A = \begin{bmatrix} +1 & +1 \\ +1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$15 \quad L=4 \quad B = \begin{bmatrix} +A & +A \\ +A & -A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{bmatrix}$$

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)



$$L=8 \quad C = \begin{bmatrix} +B & +B \\ +B & -B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 & +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 & +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 & +1 & -1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 & -1 & +1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 & -1 & -1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 & -1 & +1 & +1 & -1 \end{bmatrix}$$

Come è possibile notare, le matrici dei codici WH sono ottenibili mediante un processo ricorsivo secondo il quale la matrice dei codici WH aventi una lunghezza $L=2^N$ è ottenibile a partire dalla matrice dei codici WH aventi una lunghezza $L=2^{(N-1)}$ secondo lo schema indicato, ossia costruendo una matrice quadrata 2×2 in cui, per $L > 2$, gli elementi $(1,1)$, $(1,2)$ e $(2,1)$ sono pari alla matrice dei codici WH aventi una lunghezza $L=2^{(N-1)}$, mentre l'elemento $(2,2)$ è pari alla matrice dei codici WH aventi una lunghezza $L=2^{(N-1)}$ con segno cambiato, ossia in cui il segno dei singoli elementi è stato invertito. Per $L=2$, invece, si utilizza invece la matrice generatrice, detta anche fondamentale, sopra riportata.

Qui di seguito sono invece riportate a titolo di esempio le matrici dei codici OVFSF per L uguale a 2, 4 e 8, le quali differiscono dalle matrici dei codici WH

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

aventi lunghezza corrispondente per la posizione di alcune righe:

$$L=2 \quad A = \begin{bmatrix} +1 & +1 \\ +1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$5 \quad L=4 \quad B = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{bmatrix}$$

$$L=8 \quad C = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 & +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 & -1 & -1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 & +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 & -1 & +1 & -1 & +1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 & +1 & -1 & -1 & +1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 & -1 & +1 & +1 & -1 \end{bmatrix}$$

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

Ad esempio, riferendosi alle matrici dei codici WH e OVSF di lunghezza $L=4$, è immediato notare che la prima e l'ultima riga sono identiche fra loro, mentre la seconda e la terza riga risultano invertite fra loro, ossia con la seconda riga della matrice dei codici WH che corrisponde alla terza riga della matrice dei codici OVSF e la terza riga dei codici WH che corrisponde alla seconda riga della matrice dei codici OVSF.

Le stesse considerazioni valgono in modo identico nel caso di lunghezza $L=8$. Senza volersi dilungare in dettaglio, si apprezzerà ad esempio che anche in questo caso la prima e l'ultima riga delle matrici dei due
5 codici WH e OVSF sono identiche fra loro mentre invece, ad esempio, la seconda riga della matrice dei codici WH corrisponde alla quinta riga della matrice dei codici OVSF.

Nelle soluzioni fino ad oggi proposte per la
10 generazione di codici quali appunto i codici WH e OVSF, è prevista la generazione dei codici stessi in modo del tutto indipendente.

Si verifica peraltro che la generazione dei codici WH risulta più semplice e quindi meno onerosa in termini
15 di complessità circuitale, richiedendo tipicamente, ad esempio per codici con lunghezza L pari a 8, una complessità circuitale dell'ordine di 200 porte logiche.

La generazione dei codici OVSF risulta in generale più onerosa. Ad esempio è stata recentemente proposta
20 una soluzione in cui, per generare codici OVSF di lunghezza L pari a 8 si ricorre ad un circuito con complessità dell'ordine di 400 porte logiche.

In talune applicazioni insorge però l'esigenza di poter generare entrambi i codici. Ad esempio,
25 riferendosi all'applicazione UMTS citata in precedenza,

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

gli standard statunitensi (ad esempio lo standard IS95CDMA) prevedono l'impiego di codici WH, mentre in ambito europeo si è affermato, sempre per la stessa applicazione, l'impiego di codici OVSF.

5 Per consentire la realizzazione di terminali mobili suscettibili di operare con standard diversi risulta quindi importante disporre di soluzioni che consentano di generare entrambi i codici in modo semplice e rapido, minimizzando l'assorbimento di energia. Tutto questo
10 evitando di dover ricorrere ad una soluzione puramente additiva, basata sull'impiego di un primo generatore per la generazione dei codici WH e di un secondo generatore distinto dal primo per la generazione dei codici OVSF. Soluzione, questa, che, riferendosi agli ordini di
15 complessità circuitale a cui si è fatto riferimento in precedenza, comporterebbe l'impiego di circuiti con una complessità circuitale dell'ordine di 600 porte logiche.

In letteratura, tutti i codici WH e OVSF sono generati in maniera seriale tramite dei circuiti
20 sincroni o delle tabelle di confronto (Look-up Table), di solito implementate sotto forma di una RAM o di un componente equivalente), in cui è memorizzata la corrispondenza fra i vari valori dell'indice ed
rispettivo codice. Un esempio di circuito sincrono con
25 uscita seriale per la generazione di codici WH

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)



mostrato nella figura 2. Esso è essenzialmente costituito da contatore binario sincrono formato, per un codice WH con $L=2^N$, da N flip-flop per la memorizzazione dell'indice I (indirizzo della riga della matrice corrispondente al codice), N flip-flop per i divisori di frequenza, N porte logiche XOR a due ingressi, una porta logica OR a N ingressi, e un generatore di clock generante un clock alla frequenza di uscita necessaria.

Il circuito mostrato nella figura 2 risulta però ottimizzato solo nelle applicazioni come generatore di codici di canalizzazione per trasmissioni CDMA, in cui il codice di canalizzazione serve appunto che sia generato serialmente, mentre risulta poco soddisfacente in applicazioni quali ad esempio il caricamento di filtri adattati con struttura FIR in cui i codici di canalizzazione necessitano di essere forniti in parallelo. Fino ad oggi, infatti, per questo tipo di applicazioni non rimane che prelevare l'uscita seriale dal circuito di figura 1 ed inviarla ad un registro SIPO (Serial Input Parallel Output) la cui implementazione richiede ulteriori $2N$ flip-flop, oppure utilizza una specifica "Look-up Table".

Scopo della presente invenzione è quindi quello di mettere a disposizione un metodo ed un dispositivo a basso consumo per la generazione parallela di codici di

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

canalizzazione per trasmissioni CDMA, in particolare codici WH e OVSF.

Secondo la presente invenzione vengono forniti un metodo ed un dispositivo a basso consumo per la
5 generazione parallela di codici di canalizzazione per trasmissioni CDMA, in particolare codici WH e OVSF, come definiti nella rivendicazione 1 e, rispettivamente, nella rivendicazione 4.

Per una migliore comprensione della presente
10 invenzione viene ora descritta una forma di realizzazione preferita, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 mostra uno schema a blocchi relativo
15 alla trasmissione e ricezione di informazioni effettuate mediante condivisione dello stesso canale di comunicazione utilizzando codici di canalizzazione;

- la figura 2 mostra un circuito sincrono con uscita seriale per la generazione di codici WH secondo
20 l'arte nota;

- la figura 3 mostra un circuito sincrono con uscita parallela per la generazione di codici WH secondo la presente invenzione; e

- la figura 4 mostra un circuito sincrono con
25 uscita parallela per la generazione di codici OVSF

BERGADANO MIRKO
(iscritto all' Albo n. 843B)

secondo la presente invenzione.

La presente invenzione ha origine dall'analisi della particolare struttura delle matrici dei codici WH e OVSF, analisi che ha permesso di determinare una
5 relazione estremamente semplice che consente di generare i codici WH o OVSF a partire dai corrispondenti indici.

Prendendo ad esempio in considerazione codici WH di lunghezza $L=16$ e assumendo di utilizzare un criterio di codifica secondo il quale ogni elemento "+1" della
10 matrice dei codici WH viene codificato con un bit di valore logico "1" ed ogni elemento "-1" della matrice dei codici WH viene codificato con un bit di valore logico "0", si è notato che i sedici bit, nel seguito indicati con U_i , con $0 \leq i \leq 15$, di un codice WH
15 codificato secondo il criterio sopra indicato possono essere calcolati in funzione dei quattro bit, nel seguito indicati con I_k , con $0 \leq k \leq 3$, del corrispondente indice I mediante le seguenti relazioni:

$$U_0 = 1$$

20 $U_1 = U_0 \oplus I_0$

$$U_2 = U_0 \oplus I_1$$

$$U_3 = U_1 \oplus I_1$$

$$U_4 = U_0 \oplus I_2$$

$$U_5 = U_1 \oplus I_2$$

25 $U_6 = U_2 \oplus I_2$

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

$$U_7 = U_3 \oplus I_2$$

$$U_8 = U_0 \oplus I_3$$

$$U_9 = U_1 \oplus I_3$$

$$U_{10} = U_2 \oplus I_3$$

5 $U_{11} = U_3 \oplus I_3$

$$U_{12} = U_4 \oplus I_3$$

$$U_{13} = U_5 \oplus I_3$$

$$U_{14} = U_6 \oplus I_3$$

$$U_{15} = U_7 \oplus I_3$$

10 in cui il simbolo \oplus rappresenta l'operazione logica EXOR.

Essendo poi noto il criterio adottato per la codifica degli elementi delle matrici dei codici, dalla stringa calcolata è quindi possibile risalire in maniera
15 semplice ed immediata al relativo codice WH.

In forma generale, i codici WH di lunghezza N possono generati mediante la seguente formula generale:

$$U_0 = 1$$

$$U_i = U_{i-2^k} \oplus I_k$$

20 dove:

$$- 1 \leq i \leq 2^N - 1$$

- k è la parte intera del logaritmo in base due della cifra decimale i, ossia $k = \text{INT}[\log_2 i]$, $0 \leq k \leq N-1$

- I_k sono i bit, dal meno significativo al più
25 significativo, dell'indice I del codice WH da generare,



BERGADANO MIRKO
Iscritto all'Albo n. 8438/

- U_i sono i bit, dal meno significativo al più significativo, del codice WH da generare codificato secondo il criterio sopra indicato.

Per esempio, il codice WH di lunghezza 16 ed indice
5 $I=0110$ codificato secondo il criterio sopra indicato è
1100001111000011; infatti:

	U_0	$= 1$
	$U_1 = U_0 \oplus I_0$	$= 1$
	$U_2 = U_0 \oplus I_1$	$= 0$
10	$U_3 = U_1 \oplus I_1$	$= 0$
	$U_4 = U_0 \oplus I_2$	$= 0$
	$U_5 = U_1 \oplus I_2$	$= 0$
	$U_6 = U_2 \oplus I_2$	$= 1$
	$U_7 = U_3 \oplus I_2$	$= 1$
15	$U_8 = U_0 \oplus I_3$	$= 1$
	$U_9 = U_1 \oplus I_3$	$= 1$
	$U_{10} = U_2 \oplus I_3$	$= 0$
	$U_{11} = U_3 \oplus I_3$	$= 0$
	$U_{12} = U_4 \oplus I_3$	$= 0$
20	$U_{13} = U_5 \oplus I_3$	$= 0$
	$U_{14} = U_6 \oplus I_3$	$= 1$
	$U_{15} = U_7 \oplus I_3$	$= 1$

Nella figura 3 è mostrato il circuito logico che
implementa le relazioni sopra riportate per la
25 generazione parallela dei codici WH di lunghezza 16

BERGADANO MIRKO
(iscritto all' Albo n. 8438)

codificati secondo il criterio sopra indicato.

Come si può notare, il circuito logico è di tipo asincrono ed è formato da 15 porte logiche EXOR a due ingressi soltanto. In generale, il numero di porte logiche EXOR a due ingressi necessarie per realizzare un
5 circuito di generazione di codici WH di lunghezza $L=2^N$ risulta essere:

$$N_XOR = \sum_{i=0}^{N-1} 2^i$$

10 Risulta immediatamente evidente al tecnico del ramo come lo stesso circuito logico mostrato nel figura 3, e più precisamente parti di questo, possono essere utilizzate per la generazione parallela dei codici WH di lunghezza 2, 4 ed 8 codificati secondo il criterio sopra
15 indicato.

Un discorso del tutto analogo può essere fatto per la generazione parallela di codici OVSF, le cui matrici, come precedentemente detto, differiscono dalle matrici dei codici WH per la posizione di alcune righe.

20 A questo proposito, infatti, nella domanda di brevetto italiano No. TO2000A000871 depositata il 15.09.2000 dalla stessa richiedente è stato proposto l'utilizzo uno stesso generatore di codici per generare entrambi i tipi di codice, il quale viene fatto

BERGADANO MIRKO
(iscritto all' Albo n. 843B)

commutare dalla funzione di generazione dei codici WH alla funzione di generazione dei codici OVSF semplicemente modificando l'indice che identifica le righe nell'ambito delle matrici dei codici.

5 In particolare, come generatore di codici viene proposto l'uso di un generatore di codici WH in quanto, a parità di altri parametri, la generazione dei codici WH risulta più semplice in termini di onerosità circuitale rispetto alla generazione dei codici OVSF.

10 Più in dettaglio, fra i vari metodi descritti in tale domanda di brevetto che consentono di "mappare" gli indici dei codici WH negli indici dei codici OVSF e viceversa, ossia di convertire gli indici dei codici WH nei corrispondenti indici dei codici OVSF e viceversa,
15 quello che risulta meno oneroso in termini di occupazione di memoria, soprattutto al crescere della lunghezza L dei codici, è essenzialmente basato sull'osservazione che le matrici dei codici WH sono ottenibili a partire dalle matrici dei codici OVSF, e
20 viceversa, semplicemente scambiando specularmente i bit degli indici I .

Questa operazione di scambio viene effettuata alimentando la stringa di bit rappresentativa di un indice dei codici WH ad un modulo che realizza
25 un'operazione di inversione della posizione dei bit

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

nella stringa binaria stessa, portando così il bit più significativo (MSB) a diventare il bit meno significativo (LSB) e viceversa.

Partendo da questa osservazione e prendendo in
 5 considerazione codici OVSF di lunghezza $L=16$, i sedici
 bit dei codice OVSF possono essere calcolati in funzione
 dei quattro bit dei corrispondenti indici I mediante le
 seguenti relazioni (assumendo nuovamente di utilizzare
 un criterio di codifica secondo il quale ogni elemento
 10 "+1" della matrice viene codificato con un bit di valore
 logico "1" ed ogni elemento "-1" della matrice viene
 codificato con un bit di valore logico "0"):

$$U_0 = 1$$

$$U_1 = U_0 \oplus I_3$$

$$15 \quad U_2 = U_0 \oplus I_2$$

$$U_3 = U_1 \oplus I_2$$

$$U_4 = U_0 \oplus I_1$$

$$U_5 = U_1 \oplus I_1$$

$$U_6 = U_2 \oplus I_1$$

$$20 \quad U_7 = U_3 \oplus I_1$$

$$U_8 = U_0 \oplus I_0$$

$$U_9 = U_1 \oplus I_0$$

$$U_{10} = U_2 \oplus I_0$$

$$U_{11} = U_3 \oplus I_0$$

$$25 \quad U_{12} = U_4 \oplus I_0$$

BERGALIANO MIRKO
 iscritto all'Albo n. 8438)



$$U_{13} = U_5 \oplus I_0$$

$$U_{14} = U_6 \oplus I_0$$

$$U_{15} = U_7 \oplus I_0$$

In forma generale, i codici OVSF di lunghezza L
5 possono generati mediante la seguente formula generale:

$$U_0 = 1$$

$$U_i = U_{i-2^k} \oplus I_{N-k-1}$$

Come si può notare, a differenza di quanto avviene
dei codici WH, nei codici OVSF il bit meno significativo
10 della rappresentazione binaria della cifra decimale i
pesa il bit più significativo dell'indice I del codice
OVSF da generare.

Per esempio, il codice OVSF di lunghezza 16 ed
indice I=0110 codificato secondo il criterio sopra
15 indicato è:

	U_0	$= 1$
	$U_1 = U_0 \oplus I_3$	$= 1$
	$U_2 = U_0 \oplus I_2$	$= 0$
	$U_3 = U_1 \oplus I_2$	$= 0$
20	$U_4 = U_0 \oplus I_1$	$= 0$
	$U_5 = U_1 \oplus I_1$	$= 0$
	$U_6 = U_2 \oplus I_1$	$= 1$
	$U_7 = U_3 \oplus I_1$	$= 1$
	$U_8 = U_0 \oplus I_0$	$= 1$
25	$U_9 = U_1 \oplus I_0$	$= 1$

BERCADANO MIRKO
(iscritt. all' Albo n. 843B)

$$\begin{array}{lll}
U_{10} = U_2 \oplus I_0 & & = 0 \\
U_{11} = U_3 \oplus I_0 & & = 0 \\
U_{12} = U_4 \oplus I_0 & & = 0 \\
U_{13} = U_5 \oplus I_0 & & = 0 \\
5 \quad U_{14} = U_6 \oplus I_0 & & = 1 \\
U_{15} = U_7 \oplus I_0 & & = 1
\end{array}$$

ossia 1100001111000011, e come si può notare coincide esattamente con il codice WH di lunghezza 16 ed indice I=0110 precedentemente calcolato e codificato secondo il medesimo criterio. L'indice 0110 è infatti palindromo e quindi invertendo la posizione dei suoi bit si ottiene sempre lo stesso indice.

Il codice OVSF di lunghezza 16 ed indice I=1010 codificato secondo il criterio sopra indicato è invece:

$$\begin{array}{lll}
15 \quad U_0 & & = 1 \\
U_1 = U_0 \oplus I_3 & & = 0 \\
U_2 = U_0 \oplus I_2 & & = 1 \\
U_3 = U_1 \oplus I_2 & & = 0 \\
U_4 = U_0 \oplus I_1 & & = 0 \\
20 \quad U_5 = U_1 \oplus I_1 & & = 1 \\
U_6 = U_2 \oplus I_1 & & = 0 \\
U_7 = U_3 \oplus I_1 & & = 1 \\
U_8 = U_0 \oplus I_0 & & = 1 \\
U_9 = U_1 \oplus I_0 & & = 0 \\
25 \quad U_{10} = U_2 \oplus I_0 & & = 1
\end{array}$$

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

$$\begin{array}{lll}
U_{11} = U_3 \oplus I_0 & & = 0 \\
U_{12} = U_4 \oplus I_0 & & = 0 \\
U_{13} = U_5 \oplus I_0 & & = 1 \\
U_{14} = U_6 \oplus I_0 & & = 0 \\
5 \quad U_{15} = U_7 \oplus I_0 & & = 1
\end{array}$$

ossia 1010010110100101, e coincide con il codice WH di lunghezza 16 ed indice I=0101 codificato secondo il medesimo criterio. Infatti per quest'ultimo si ha:

$$\begin{array}{lll}
U_0 & & = 1 \\
10 \quad U_1 = 1 \oplus I_0 & & = 0 \\
U_2 = U_0 \oplus I_1 & & = 1 \\
U_3 = U_1 \oplus I_1 & & = 0 \\
U_4 = U_0 \oplus I_2 & & = 0 \\
U_5 = U_1 \oplus I_2 & & = 1 \\
15 \quad U_6 = U_2 \oplus I_2 & & = 0 \\
U_7 = U_3 \oplus I_2 & & = 1 \\
U_8 = U_0 \oplus I_3 & & = 1 \\
U_9 = U_1 \oplus I_3 & & = 0 \\
U_{10} = U_2 \oplus I_3 & & = 1 \\
20 \quad U_{11} = U_3 \oplus I_3 & & = 0 \\
U_{12} = U_4 \oplus I_3 & & = 0 \\
U_{13} = U_5 \oplus I_3 & & = 1 \\
U_{14} = U_6 \oplus I_3 & & = 0 \\
U_{15} = U_7 \oplus I_3 & & = 1
\end{array}$$

25 Nella figura 4 è mostrato il circuito logico che

BERGADINO MIRKO
(iscritto all' Albo n. 8438)

implementa le relazioni sopra riportate per la generazione parallela dei codici OVSF di lunghezza pari a 16, il quale è architetaturalmente identico a quello mostrato nella figura 3, e l'unica differenza fra i due circuiti risiede nell'ordine con cui i bit degli indici I vengono alimentati alle porte logiche EXOR.

Quanto precedentemente descritto a riguardo dei codici WH e OVSF è basato, come detto, sull'assunzione che ogni elemento "+1" delle matrici di tali codici sia codificato con un bit di valore logico "1" ed ogni elemento "-1" di tali matrici sia codificato con un bit di valore logico "0".

Qualora invece si intendesse adottare un differente criterio di codifica secondo il quale, ad esempio, ogni elemento "+1" delle matrici dei codici sia codificato con un bit di valore logico "0" ed ogni elemento "-1" di tali matrici viene codificato con un bit di valore logico "1", nei circuiti mostrati nelle figure 3 e 4 è sufficiente collegare a massa (GND), anziché all'alimentazione (V_{CC}), la linea che definisce il primo bit U_0 dei codici, e nelle relazioni sopra riportate che consentono di calcolare i bit dei codici a partire dai bit degli indici sostituire $U_0 = 1$ con $U_0 = 0$.

Una formula generale valida sia per i codici WH che per i codici OVSF è quindi la seguente:

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)



$$U_0 = X$$

$$U_i = U_{i-2^k} \oplus I_{Bk}$$

dove:

- X è una cifra binaria di codifica il cui valore
 5 dipende dal tipo di codifica binaria scelta per le cifre
 antipodali dei codici WH e OVSF, ed in particolare vale
 1 se gli elementi -1 e +1 nelle matrici dei codici sono
 codificati rispettivamente con 0 ed 1, mentre vale 0 se
 gli elementi -1 e +1 nelle matrici dei codici dei codici
 10 sono codificati rispettivamente con 1 ed 0; e

- I_{Bk} sono le cifre binarie degli indici I dei
 codici, ed in particolare per i codici WH vanno,
 all'aumentare di k da 0 a N-1, dalla cifra binaria meno
 significativa (LSB) alla cifra binaria più significativa
 15 (MSB), mentre per i codici OVSF vanno, all'aumentare di
 k da 0 a N-1, dalla cifra binaria più significativa
 (MSB) alla cifra binaria meno significativa (LSB).

Il circuito logico che implementa le operazioni
 sopra descritte per la generazione parallela dei codici
 20 WH e OVSF presenta numerosi vantaggi rispetto ai
 circuiti seriali secondo l'arte nota o ai circuiti con
 cui vengono implementate le Look-up Table. In
 particolare, esso fornisce i codici WH e OVSF in maniera
 parallela, presenta un'elevata velocità di generazione
 25 dei codici, la sua occupazione di area su silicio è

BERGADANO MIRKO
 (iscritto all'Albo n. 9438)

estremamente ridotta in quanto la sua realizzazione richiede l'utilizzo di un numero di porte logiche decisamente basso, e presenta un consumo di potenza estremamente ridotto in quanto non ha generatori di
5 clock o flip-flop che commutano per fornire il risultato, bensì solo una rete combinatoria.

Risulta infine chiaro che a quanto qui descritto ed illustrato possono essere apportate modifiche e varianti senza per questo uscire dall'ambito protettivo della
10 presente invenzione definito dalle rivendicazioni allegate.

In particolare, si evidenzia il fatto che la presente invenzione, sebbene descritta con particolare riferimento ai codici di canalizzazione WH e OVFSF, può
15 essere applicata a qualsiasi codice di canalizzazione per trasmissioni CDMA che presenti caratteristiche analoghe a quelle dei codici WH e OVFSF qui descritti.

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per la generazione parallela di codici di canalizzazione, in particolare codici di canalizzazione WH (Walsh Hadamard) e OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor), detti codici di canalizzazione essendo formati da una pluralità di stringhe di cifre antipodali aventi, ciascuna, una lunghezza L ed identificabili mediante rispettivi indici I formati da stringhe di cifre binarie aventi, ciascuna, una lunghezza N pari al logaritmo in base due della lunghezza L di detti codici di canalizzazione, le cifre antipodali di detti codici di canalizzazione potendo assumere i valori +1 e -1 e le cifre binarie di detti indici I potendo assumere i valori 0 e 1, caratterizzato dal fatto che le cifre antipodali di detti codici di canalizzazione sono determinabili in funzione delle cifre binarie dei relativi indici I implementando le seguenti operazioni:

a) determinare le seguenti cifre binarie intermedie:

$$U_0 = X$$

$$U_i = U_{i-2^k} \oplus I_{Bk}$$

dove:

$$- 1 \leq i \leq 2^N - 1$$

$$- k = \text{INT}[\log_2 i], 0 \leq k \leq N-1$$

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

- I_{Bk} sono le cifre binarie degli indici I di detti codici di canalizzazione,

- X è una cifra binaria di codifica il cui valore dipende dal tipo di codifica binaria scelta per le cifre antipodali dei codici di canalizzazione, e

- \oplus rappresenta l'operazione logica EXOR; e

b) codificare dette cifre binarie intermedie in rispettive cifre antipodali di detti codici di canalizzazione in funzione di detta cifra binaria di codifica X , detta codifica essendo realizzata utilizzando un criterio secondo il quale le cifre binarie intermedie 0 e 1 sono codificate rispettivamente con le cifre antipodali -1 e $+1$ se la cifra binaria di codifica X è pari ad 1, mentre sono codificate con le cifre antipodali $+1$ e -1 se la cifra binaria di codifica X è pari a 0.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che le cifre binarie I_{Bk} degli indici I dei codici di canalizzazione WH vanno, all'aumentare di k da 0 a $N-1$, dalla cifra binaria meno significativa (LSB) alla cifra binaria più significativa (MSB).

3. Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che le cifre binarie I_{Bk} degli indici I dei codici di canalizzazione OVSF

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)



all'aumentare di k da 0 a $N-1$, dalla cifra binaria più significativa (MSB) alla cifra binaria meno significativa (LSB).

4. Dispositivo a basso consumo per la generazione
5 parallela di codici di canalizzazione per trasmissioni
CDMA, in particolare codici di canalizzazione WH (Walsh
Hadamard) e OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor),
detti codici di canalizzazione essendo formati da una
pluralità di stringhe di cifre antipodali aventi,
10 ciascuna, una lunghezza L ed identificabili mediante
rispettivi indici I formati da stringhe di cifre binarie
aventi, ciascuna, una lunghezza N pari al logaritmo in
base due della lunghezza L di detti codici di
canalizzazione, le cifre antipodali di detti codici di
15 canalizzazione potendo assumere i valori $+1$ e -1 e le
cifre binarie di detti indici I potendo assumere i
valori 0 e 1; caratterizzato dal fatto di comprendere
mezzi di elaborazione per determinare le cifre
antipodali di detti codici di canalizzazione in funzione
20 delle cifre binarie dei relativi indici I , detti mezzi
di elaborazione comprendendo:

a) mezzi di calcolo ricevanti in ingresso le cifre
binarie I_{Bk} , con $0 \leq k \leq N-1$, degli indici I di detti
codici di canalizzazione ed una cifra binaria di
25 codifica X il cui valore dipende dal tipo di codifica

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

binaria scelta per le cifre antipodali dei codici di canalizzazione, e fornenti in uscita le seguenti cifre binarie intermedie:

$$U_0 = X$$

$$5 \quad U_i = U_{i-2^k} \oplus I_{Bk}$$

dove:

$$- 1 \leq i \leq 2^N - 1$$

$$- k = \text{INT}[\log_2 i], 0 \leq k \leq N-1$$

- \oplus rappresenta l'operazione logica EXOR; e

10 b) mezzi di codifica per codificare dette cifre binarie intermedie in rispettive cifre antipodali di detti codici di canalizzazione in funzione di detta cifra binaria di codifica X, detta codifica essendo realizzata utilizzando un criterio secondo il quale le
15 cifre binarie intermedie 0 e 1 sono codificate rispettivamente con le cifre antipodali -1 e +1 se la cifra binaria di codifica X è pari ad 1, mentre sono codificate con le cifre antipodali +1 e -1 se la cifra binaria di codifica X è pari a 0.

20 5. Dispositivo secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che le cifre binarie I_{Bk} degli indici I dei codici di canalizzazione WH vanno, all'aumentare di k da 0 a N-1, dalla cifra binaria meno significativa (LSB) alla cifra binaria più significativa
25 (MSB).

BERGADANO MIRKO
Iscritto all'Albo n. 8438)

6. Metodo secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che le cifre binarie I_{Bk} degli indici I dei codici di canalizzazione OVSF vanno, all'aumentare di k da 0 a $N-1$, dalla cifra binaria più significativa (MSB) alla cifra binaria meno significativa (LSB).

7. Metodo e dispositivo a basso consumo per la generazione parallela di codici di canalizzazione per trasmissioni CDMA, in particolare codici WH e OVSF, sostanzialmente come descritti con riferimento ai disegni allegati.

p. i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.


BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)


C.C.I.A.A.
Torino

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

2002 A000836

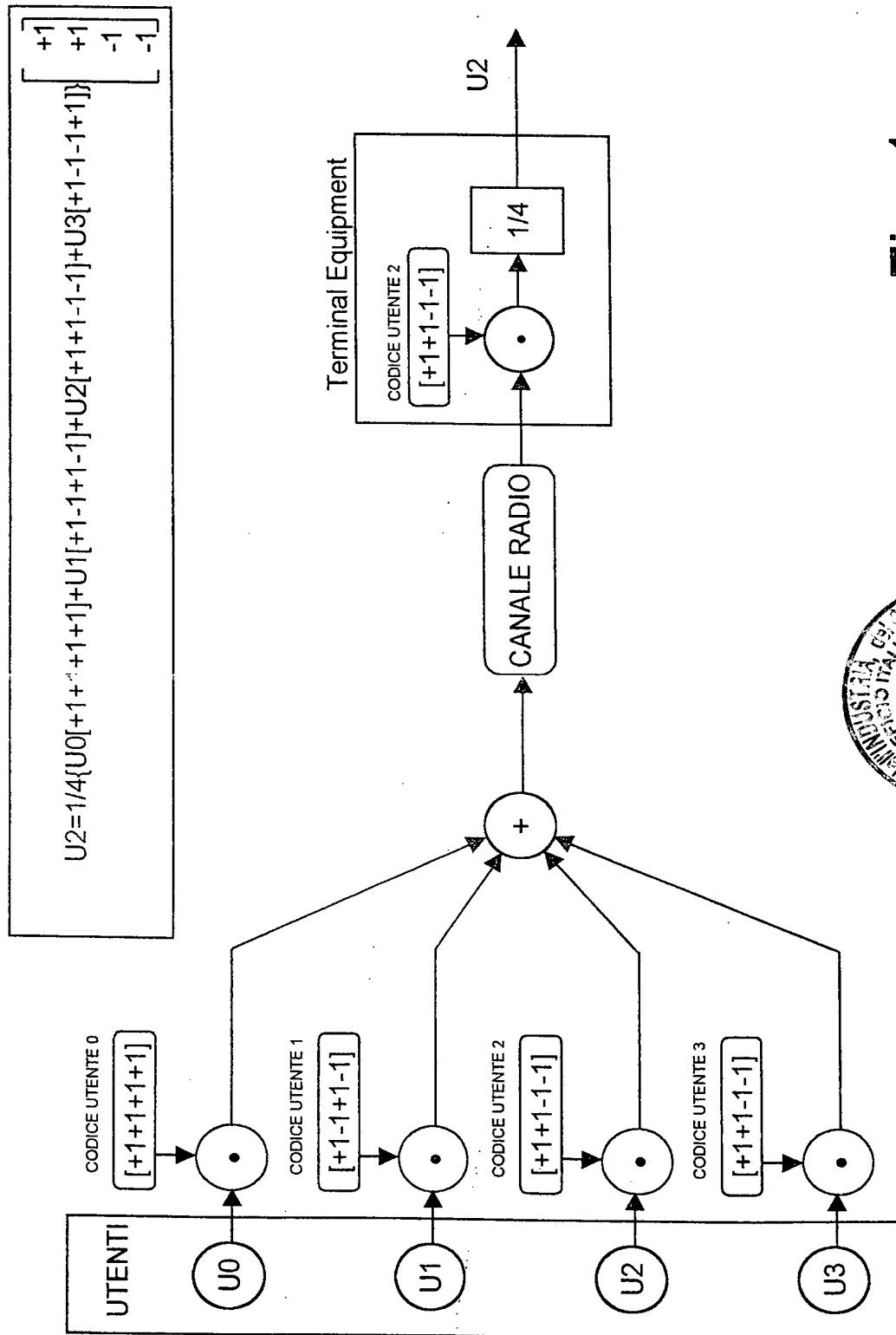


Fig. 1



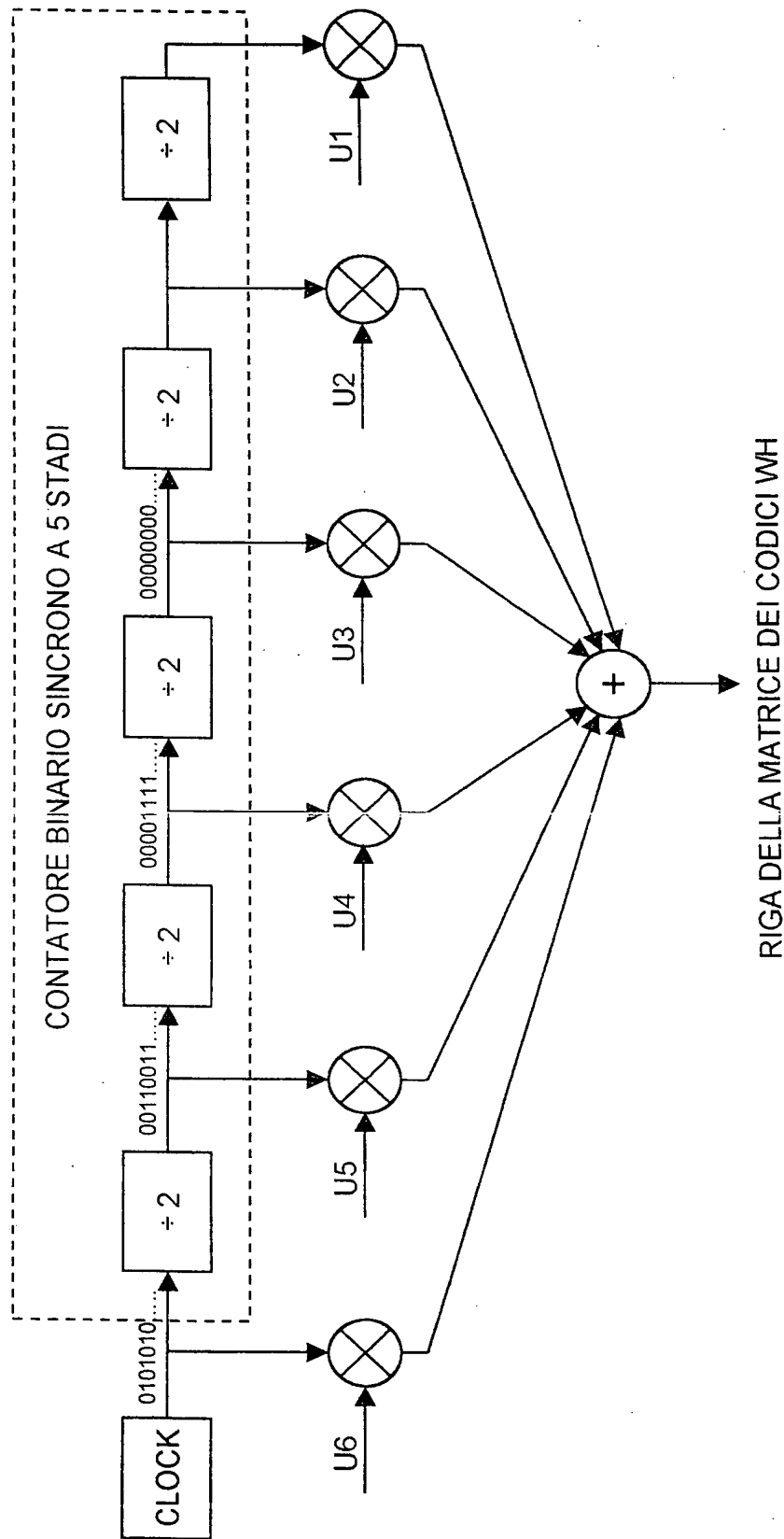


Fig.2

GENERATORE DI SEQUENZE 64-ARIE

2002 A000836

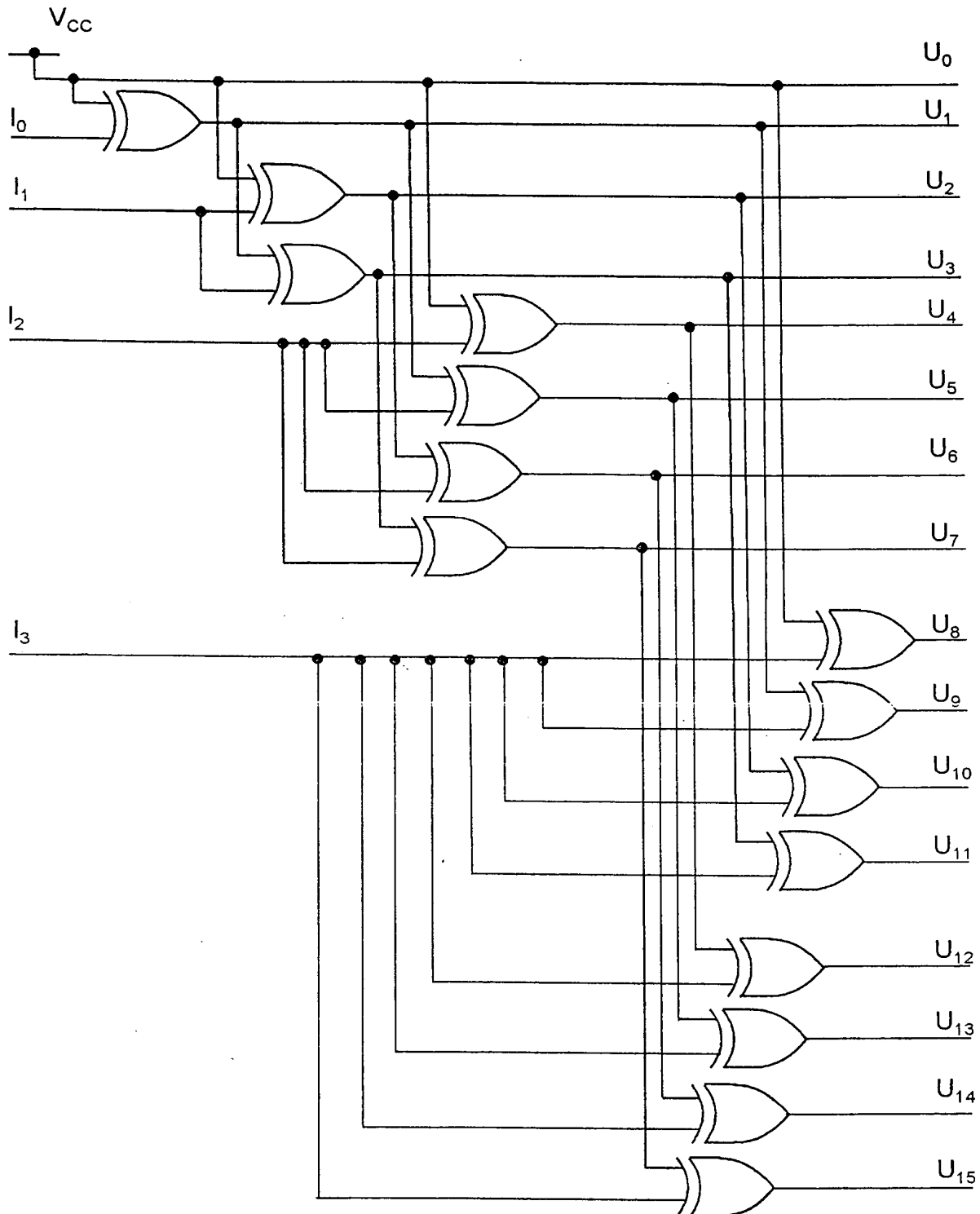


Fig. 3

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

BERGADANO ARKO
(iscritto all'Aibo n. 8438)



10 2002 A000836

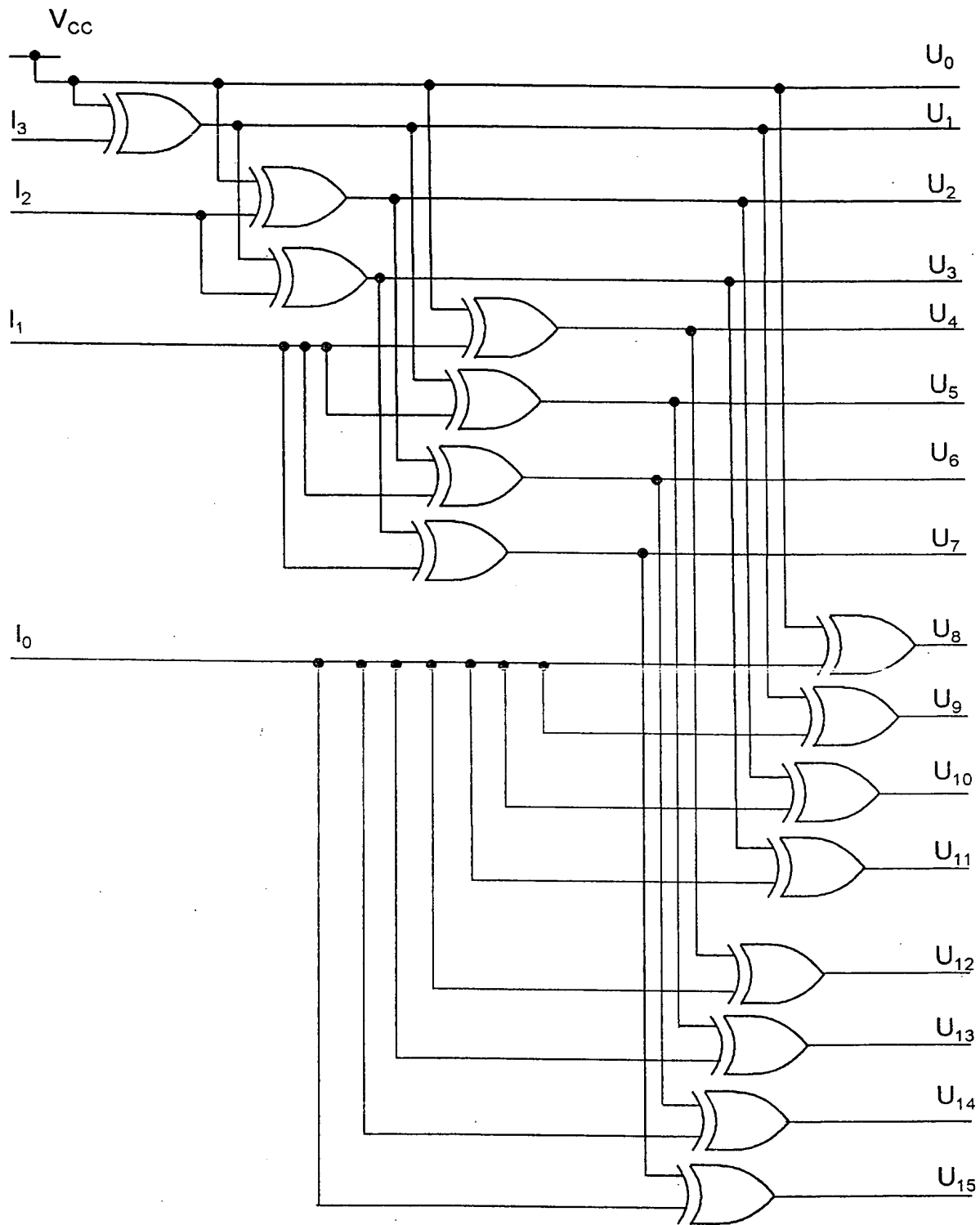


Fig. 4

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

BERGADANO MIRKO

(iscritto all'Albo n. 843B)

C.C.I.A.A.
Torino